



04-02-04

3723

Express Mail No. EV 346 8190 762 US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Laurent FILIPOZZI et al.

Confirmation No. 1944

Application No: 10/621,122

Group Art Unit: 3723

Filing Date: July 15, 2003

Examiner:

For: SURFACE PREPARATION FOR RECEIVING
PROCESSING TREATMENTS

Atty. Docket No.: 4717-8100

SUBMISSION OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENTCommissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicants have claimed priority under 35 U.S.C. § 119 of French Application No. FR 0209336 filed July 23, 2002 in France. In support of this claim, a certified copy of said application is submitted herewith.

No fee or certification is believed to be due for this submission.
Should any fees be required, however, please charge such fees to **Winston & Strawn** LLP Deposit Account No. 50-1814.

Respectfully submitted,

Date:

3-31-04

Allan A. Fanucci (Reg. No. 30,256)

WINSTON & STRAWN LLP
CUSTOMER NO. 28765

Enclosures

(212) 294-3311





BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 19 MARS 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

REMISE DES PIÈCES DATE 23 JUIL 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0209336 DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 23 JUIL 2002		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Cabinet REGIMBEAU 20, rue de Chazelles 75847 PARIS CEDEX 17 FRANCE	
Vos références pour ce dossier <i>(facultatif)</i> 239506 D19873 JC			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/>			
Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/>			
Demande divisionnaire <input type="checkbox"/>			
<i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date _____			
<i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date _____			
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> <input type="checkbox"/>		N° _____ Date _____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) RINCAGE AU MOYEN D'UNE SOLUTION DE TENSIOACTIF APRES PLANARISATION MECANO-CHIMIQUE D'UNE TRANCHE.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale _____ Prénoms _____ Forme juridique _____ N° SIREN _____ Code APE-NAF _____		S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES SOCIETE ANONYME 384711909	
Domicile ou siège _____ Rue _____ Code postal et ville _____ Pays _____		Parc Technologique des Fontaines - Chemin des Franques, 38190 BERNIN	
Nationalité _____ N° de téléphone <i>(facultatif)</i> _____ Adresse électronique <i>(facultatif)</i> _____		FRANCE Française N° de télécopie <i>(facultatif)</i> _____	
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉREQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES DATE : 23 JUIL 2002 LIEU : 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT : 0209336 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	OS 540 W / 010601
Vos références pour ce dossier : (facultatif)		239506 JC	
6 MANDATAIRE (s'il y a lieu) Nom Prénom Cabinet ou Société N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel Adresse : Rue Code postal et ville Pays N° de téléphone (facultatif) N° de télécopie (facultatif) Adresse électronique (facultatif)		Cabinet REGIMBEAU 20, rue de Chazelles 75847 PARIS CEDEX 17 01 44 29 35 00 01 44 29 35 99 info@regimbeau.fr	
7 INVENTEUR (S) Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
8 RAPPORT DE RECHERCHE Établissement immédiat ou établissement différé Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG	
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI L. MARIELLO	

92-1142

La présente invention concerne de manière générale le polissage de tranches de matériaux non-métalliques contenant du silicium, en particulier de tranches de silicium.

Plus précisément, l'invention concerne un procédé de planarisation
5 mécano-chimique d'une tranche de matériau non-métallique contenant du silicium, comprenant :

- une étape de polissage de la surface de la tranche mettant en oeuvre un plateau de polissage associé à une solution de polissage, ladite solution de polissage comprenant un agent apte à attaquer chimiquement ladite surface
10 ainsi que des particules abrasives aptes à attaquer mécaniquement cette surface,
- une étape de rinçage des résidus issus de l'étape de polissage, mettant en oeuvre un plateau de polissage associé à une solution de rinçage,
- une étape de nettoyage.

15 On connaît déjà des procédés du type mentionné ci-dessus.

On précise que par « planarisation mécano-chimique » on entend un polissage combinant une attaque mécanique de la surface de la tranche avec une gravure chimique de cette même surface, suivi éventuellement d'une étape de rinçage et/ou de nettoyage. Ce type de procédé est aussi connu sous la
20 dénomination CMP (abréviation anglo-saxonne de « Chemical Mechanical Planarisation »).

A ces fins, le polissage est effectué avec une solution contenant un agent chimique apte à attaquer chimiquement la surface de la tranche, ainsi que des particules abrasives aptes à éroder cette même surface
25 mécaniquement.

Dans les applications connues, la tranche de matériau à polir peut avoir une épaisseur de l'ordre de quelques dizaines de microns, ou plus.

Ces tranches peuvent être constituées d'une seule couche de matériau, ou être des structures multicouches.

Les plateaux de polissage ont généralement la forme de disques, dont la surface porte un revêtement de composition et de texture adapté.

Et ces plateaux sont appliqués avec une pression contrôlée sur la surface de la tranche à polir et/ou à rincer, tout en étant mis en mouvement par rapport à la tranche (typiquement selon une rotation autour d'un axe perpendiculaire à la surface de la tranche).

La dureté du plateau du polissage est en outre et en général plus importante que celle du plateau du rinçage.

Il est également connu d'employer des plateaux distincts pour le polissage, et pour le rinçage.

Dans le cas où les deux étapes sont réalisées avec le même plateau, les résidus issus du polissage demeurent en effet piégés entre le plateau et la surface à rincer. Ces résidus sont alors entraînés par le plateau et mélangés avec la solution de rinçage, et continuent à éroder la surface de la tranche, ce qui n'est généralement pas souhaité.

Le rôle du rinçage est en effet précisément d'éliminer au maximum ces résidus issus du polissage, avant de procéder à un nettoyage final de la surface de la tranche : ces résidus seraient en effet susceptibles de générer ensuite des dégradations dans les circuits intégrés qui sont ou seront constitués sur la tranche.

On précise que par « résidu de polissage » on entend à la fois les résidus solides provenant des particules abrasives utilisées pour le polissage, et les éventuelles contaminations métalliques à la surface de la tranche.

Le rinçage de tranche polie qui est intercalé entre le polissage et le nettoyage est, dans des techniques connues, réalisé avec des solutions comprenant en général de l'eau dé-ionisée (EDI selon l'acronyme répandu).

Une limitation de ces rinçages à l'EDI est qu'ils doivent être prolongés suffisamment pour permettre une bonne élimination des résidus de polissage : les délais associés ralentissent la production de tranches polies, ce qui est pénalisant dans un contexte industriel.

Il est également connu de mélanger l'EDI de rinçage avec un additif de type $\text{NH}_4\text{OH}/\text{H}_2\text{O}_2$ (SC1) ou $\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}_2$ (SC2) qui permet d'accélérer l'élimination des résidus de polissage.

5 Mais ces additifs ont également tendance à attaquer pour cela la surface de la tranche sur une épaisseur de l'ordre de quelques nanomètres, par gravure chimique.

Et si une telle gravure additionnelle est compatible avec les tolérances associées aux spécifications d'état de surface pour des couches minces de quelques microns, elle devient problématique pour des couches plus minces.

10 En particulier, pour la planarisation mécano-chimique de tranches de matériau non-métallique contenant du silicium et comprenant une couche mince active d'une structure de type SOI (acronyme anglo-saxon de « Silicon On Insulator »), les techniques connues du type mentionné ci-dessus peuvent se révéler inadaptées.

15 L'épaisseur de ces couches actives tendant à diminuer, il serait en effet souhaitable de contrôler l'épaisseur de la tranche après polissage avec une précision de l'ordre de plus ou moins 5 nanomètres, ce qui n'est pas envisageable dans le cas d'un rinçage avec des additifs du type SC1 ou SC2.

20 On connaît par ailleurs un procédé de planarisation mécano-chimique d'une surface de tranche en tungstène comprenant une étape de polissage de la surface au moyen notamment d'une solution de polissage contenant des tensioactifs. Ce procédé est décrit par Free M.L., dans micromagazine, May 1998 (« Using surfactants in iron-based CMP slurries to minimize residual particles »).

25 Par « tensioactifs », nous entendons agents en solution, tels que par exemple des détergents ou des savons, aptes à diminuer la tension d'interface entre la solution et la tranche, et à augmenter la mouillabilité de la solution sur la surface de la tranche. Ils peuvent ainsi aider à l'évacuation des résidus présents en surface de la tranche.



On précise que lors d'une étape de polissage d'un procédé CMP, le polissage est réalisé par deux actions principales :

- une action mécanique menée par les particules abrasives sur la tranche ;
- une action chimique menée par l'agent d'attaque sur la tranche. -

5 Dans le cas d'un polissage d'une surface métallique tel que celui décrit par Free, ces deux actions ont des importances sensiblement comparables.

En effet, les particules abrasives d'alumine ayant des tailles assez importantes (autour de 1 micron), leur action ne peut être sous-évaluée vis à vis de celle des agents d'attaque chimique.

10 Ces particules abrasives, du fait de leurs tailles conséquentes, peuvent cependant provoquer des dommages sur la surface à polir (tels que des rayures ou des trous).

Et l'apport de tensioactifs dans la solution de polissage permet d'éviter ces détériorations, adoucissant ainsi l'action abrasive mécanique du polissage.

15 Pour des polissages de surfaces d'autres types de matériau tels que des matériaux non-métalliques comprenant du silicium, où l'agent d'attaque chimique est typiquement basique, l'enseignement du procédé décrit par Free n'est cependant pas transposable car l'ajout de tensioactifs pendant le polissage augmenterait grandement le temps de polissage.

20 En effet, pour ces types de matériaux, les particules abrasives utilisées étant de plus petites tailles, l'action chimique est dominante vis à vis de l'action mécanique, contrairement aux particules abrasives d'alumine utilisées sur une surface métallique par Free.

Et l'apport pendant le polissage de tensioactifs - généralement acides -
25 entraînerait un ralentissement voire une neutralisation de l'action chimique associée à la basicité de la solution de polissage.

Le temps de polissage des tranches s'allongerait donc sensiblement ce qui provoquerait une diminution de la productivité d'une chaîne de fabrication de tranches qui inclurait une telle étape de polissage.

Le silicium peut ainsi voir son temps de polissage être multiplié typiquement par dix selon qu'on utilise ou non un tensioactif dans la solution de polissage.

5 D'autre part, le risque de détériorations que les petites particules abrasives peuvent créer sur la surface de la tranche est réduit par rapport à des particules abrasives plus importantes, et l'intérêt d'un apport de tensioactif pendant le polissage pour réduire leur agressivité, tel que proposé par Free, devient alors moins évidente.

10 Le procédé consistant en un apport de tensioactifs pendant le polissage ne semble donc pas adaptable à une planarisation mécano-chimique efficace de surfaces comprenant de tels matériaux.

Un but de l'invention est d'améliorer l'efficacité de CMP de tels matériaux.

15 Afin d'atteindre ce but, l'invention propose selon un premier aspect un procédé de planarisation mécano-chimique d'une tranche comportant en surface un matériau non-métallique contenant au moins en partie du silicium, comprenant :

- une étape de polissage de la surface de la tranche mettant en oeuvre un plateau de polissage associé à une solution de polissage, ladite solution de polissage comprenant un agent apte à attaquer chimiquement ladite surface ainsi que des particules abrasives aptes à attaquer mécaniquement cette surface,
 - une étape de rinçage des résidus issus de l'étape de polissage, mettant en oeuvre un plateau de polissage associé à une solution de rinçage,
 - 25 • une étape de nettoyage,
- caractérisé en ce que la solution de rinçage est une solution aqueuse de tensioactif.

Des aspects préférés, mais non limitatifs, du procédé selon l'invention sont les suivants :

– La solution de polissage a un pH basique et la solution de rinçage a un pH acide, de manière à faire cesser physiquement l'action chimique de polissage par un rinçage.

5 – La vitesse d'injection des solutions de rinçage et de nettoyage en surface de la tranche est telle que le pH de la solution présente sur la surface de la tranche évolue progressivement d'un pH basique vers un pH acide puis un pH neutre, l'étape de nettoyage rendant à la surface de la tranche un pH neutre.

10 – Le matériau non-métallique contenant du silicium de surface de la tranche est compris dans la liste suivante : silicium cristallin, silice, verre, quartz.

– L'agent chimique a un pH compris entre 7 et dix, et plus particulièrement entre huit et dix.

15 – Dans ce cas, l'agent chimique est une base azotée, telle que l'ammoniaque.

– Le tensioactif a un pH entre trois et cinq, et plus particulièrement égal ou avoisinant quatre.

– Dans ce cas, la solution de tensioactif est une solution aqueuse contenant de l'éther d'alkyl de polyoxyalkylène.

20 – Le rinçage débute après l'arrêt de l'injection sur la surface de la tranche de la solution de polissage et avant un séchage de la solution comprenant les résidus particuliers.

– La solution de rinçage avant addition de tensioactif, et la solution de nettoyage sont de l'eau dé-ionisée.

25 – La concentration micellaire critique du tensioactif avoisine 0,1 % ou en est inférieure.

– Le plateau du rinçage est un plateau distinct du plateau du polissage.

– Le plateau du polissage et le plateau du rinçage sont respectivement recouverts d'un matériau texturé, le matériau texturé du plateau du polissage étant sensiblement identique au matériau texturé du plateau du rinçage.

5 – L'étape de nettoyage met en œuvre un plateau de polissage associé à une solution de nettoyage.

– Le plateau du nettoyage est un plateau distinct du plateau du polissage et du plateau du rinçage.

10 – Le plateau du nettoyage est recouvert d'un matériau texturé sensiblement identique à celui du matériau texturé recouvrant le plateau du rinçage dans le cas où ce dernier est en effet recouvert d'un tel matériau.

L'invention propose également selon un deuxième aspect l'application d'un procédé tel que mentionné ci-dessus à une planarisation mécano-chimique d'une surface d'une structure semiconducteur sur isolant, le semiconducteur contenant du silicium, l'isolant étant avantageusement de la silice, du verre ou
15 du quartz.

D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante d'une forme de réalisation préférée de celle-ci, donnée à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

20 La figure 1 représente dans une vue en perspective un dispositif de CMP utilisé dans un procédé conforme à l'invention.

La figure 2 représente en vue de dessus un dispositif de CMP utilisé dans un procédé conforme à l'invention.

25 Les tranches que l'on planarise selon l'invention ont une épaisseur pouvant aller de quelques micromètres à quelques millimètres.

Une tranche comprend en général une couche superficielle pouvant aller de quelques nanomètres à quelques micromètres, plus précisément entre un et quelques dizaines de nanomètres, représentant la couche active de la tranche comportant ou destinée à recevoir des composants électroniques.

Cette couche est en matériau non-métallique comprenant du silicium.

Le matériau non-métallique comprenant du silicium de cette couche peut être par exemple uniquement du silicium cristallin, de la silice, du verre, du quartz ou un autre composé.

5 Elle est, dans un cas de figure préféré, en silicium, faisant partie par exemple de la couche supérieure d'une structure SOI (acronyme anglo-saxon de « Silicon On Insulator ») comprise elle-même dans la partie supérieure de la tranche.

10 Le procédé conforme à l'invention comprend une première étape de polissage ayant pour but de planéifier de façon optimale au moins une face de la tranche à polir, et qui met en oeuvre les trois actions combinées suivantes :

- une attaque mécanique macroscopique de la tranche grâce à des forces de frottement d'au moins un plateau de polissage sur au moins une face de la tranche ;
- 15 • une attaque mécanique microscopique de la tranche effectuée par des particules abrasives contenues dans une solution de polissage ;
- une attaque chimique de la tranche effectuée par un agent chimique contenu dans la solution de polissage.

20 La combinaison de ces trois actions s'effectue de manière générale simultanément avec un apport d'une solution de polissage contenant les particules abrasives et l'agent chimique pendant que le ou les plateau(x) de polissage frotte(nt) sur la tranche.

25 La surface du plateau est de façon préférentielle plane et parallèle à la tranche avec un mouvement de rotation par rapport à elle autour d'un axe, et de manière avantageuse, tous ces paramètres sont particulièrement calibrés afin que le plateau exerce sur la tranche des intensités de forces de frottement les plus constantes possibles sur toute la surface de la tranche.

Il est avantageusement recouvert d'un tissu.

Nous verrons plus loin des exemples de dispositif de polissage mécanique pouvant être mis en œuvre par la présente invention.

Les particules abrasives ont, quant à elles, des tailles particulièrement calibrées pour être d'une part suffisamment importantes pour que les particules
5 abrasent convenablement la surface de la tranche et d'autre part pour qu'elles n'abrasent pas trop la surface, pouvant ainsi créer des dommages superficiels importants, tels que des rayures ou des « trous d'épingle ».

Les particules utilisées pour l'abrasion de surfaces en silicium ont des tailles de l'ordre de 0.1 micron, ce qui est bien inférieur aux molécules
10 abrasives que Free décrit dans son document comme ayant un diamètre typique de 1 micron.

La concentration de ces particules abrasives mises en œuvre par le polissage du silicium est en outre sensiblement inférieure aux concentrations habituellement utilisées pour polir des matériaux tels que le tungstène.

15 La nature des particules abrasives est choisie pour leur dureté par rapport à une surface contenant au moins en partie du silicium qui est attaquée chimiquement, pour leur résistance à l'agent chimique de la solution de polissage et pour leur faculté de ne pas trop agglomérer entre elles.

Alors que la concentration des particules abrasives de matériaux
20 métalliques est typiquement comprise entre 5% et 25%, elle est typiquement comprise, dans le cas de l'abrasion du silicium, entre 0,01% et 1%.

La concentration des particules abrasives de silicium est en général plus spécifiquement comprise entre 0,2% et 0,7%, et préférentiellement comprise entre 0,3% et 0,4%.

25 Les particules abrasives utilisées ici sont avantageusement des particules de silice.

Le rôle de ces particules abrasives injectées est ainsi de frotter sur la surface de la tranche en y arrachant de fines pellicules de matières semiconductrices.

L'abrasion est facilitée par l'action du plateau de polissage qui plaque non seulement sa surface mais aussi les particules abrasives contre la tranche, les entraînant ainsi tout au long de la surface de la tranche.

L'abrasion peut aussi être aidée par le flux liquide de l'injection de la solution sur la surface de la tranche qui y déplace ainsi les particules abrasives.

L'agent chimique ajouté dans la solution de polissage est en général choisi pour créer des réactions chimiques en surface de la tranche permettant de fragiliser voire détacher des particules en surface de la tranche ; il peut ainsi jouer un rôle d'aide supplémentaire à l'action abrasive.

L'agent chimique a un pH basique, de manière à favoriser l'attaque chimique de matériaux tels que le silicium cristallin, la silice (encore notée ici SiO_2), le verre, le quartz.

La base de la solution de polissage contenant les particules abrasives et l'agent chimique est avantageusement de l'eau présentant un pH particulièrement neutre et de préférence dé-ionisée.

Dans un mode particulier de réalisation de la solution de polissage, un agent de surface, apte à augmenter la mouillabilité de la solution de polissage sur la surface de la tranche, est ajouté en solution permettant ainsi de répartir les particules abrasives et l'agent chimique en solution, afin d'obtenir une abrasion et une attaque chimique particulièrement homogènes.

La combinaison desdites trois actions simultanées de frottement, d'abrasion et d'attaque chimique donne assez rapidement un très bon état de surface de la tranche.

Le contrôle de l'épaisseur à polir est réalisé par deux voies :

- premièrement par les paramètres dosant l'action de ce polissage (vitesse de rotation du plateau, pression exercée normalement au plateau, concentration des particules abrasives, de l'agent chimique, etc...)
- et deuxièmement par les moyens mis en œuvre pour arrêter les trois actions combinées.

La première voie de contrôle d'épaisseur à polir est directe : les paramètres tels que les dosages de composants et la vitesse de rotation du plateau sont facilement ajustables, et leurs effets sur le polissage, du fait des nombreuses expérimentations passées, sont prévisibles et reproductibles à des tolérances satisfaisantes, pouvant atteindre le nanomètre.

La deuxième voie de contrôle d'épaisseur à polir est plus indirecte : si l'arrêt de la rotation du ou des plateau(x) de polissage termine l'action de frottement de celui ou ceux-ci sur la tranche, en revanche les actions abrasive et chimique continuent tant que les agents et particules qui les mettent en œuvre demeurent sur la surface de la tranche.

Outre le contrôle de l'arrêt de ces attaques microscopiques, et donc de leur temps d'action, l'évacuation de toutes les autres particules résiduelles issues de l'étape de polissage (particules arrachées de la surface de la tranche; particules issues d'une certaine usure de tissus recouvrant potentiellement le(s) plateau(x) de polissage, etc) doit être menée de manière efficace.

Des étapes de rinçage et de nettoyage efficaces de la tranche sont donc nécessaires à ces fins.

L'étape de rinçage de la tranche doit ainsi permettre d'évacuer ces particules et de mettre un terme de façon contrôlable à ces actions « latentes » d'attaque de surface.

L'emploi selon l'invention d'un agent tensioactif dans la solution aqueuse de rinçage est un moyen efficace pour obtenir une bonne évacuation des particules indésirables de la surface de la tranche, en agissant à la fois de manière physico-chimique et chimique.

Premièrement, l'action physico-chimique d'une particule tensioactive est liée étroitement au fait qu'elle possède habituellement une partie hydrophile et une partie hydrophobe.

La partie hydrophobe, formée la plupart du temps d'une longue chaîne carbonée de type alkyl, a tendance à vouloir fuir l'eau et donc à se fixer sur les

parties solides que sont la surface de la tranche et les particules résiduelles en surface et en suspension.

La partie hydrophile ayant quant à elle tendance à rechercher le contact avec l'eau, les molécules tensioactives se repoussent mutuellement, exerçant
5 une pression latérale qui diminue la tension interfaciale solution – surface de la tranche et favorise ainsi l'étalement de la solution de rinçage sur la surface de la tranche, et permet donc une bonne mouillabilité de la solution sur la surface.

Les particules tensioactives qui sont adsorbées à la surface de la tranche réduisent les forces attractives de type Van der Waals qui s'exercent entre les
10 résidus et la surface.

Les particules tensioactives qui sont liées aux résidus sont suffisamment nombreuses en solution, à partir d'une certaine concentration dite concentration micellaire critique (ou CMC), pour créer des micelles en suspension, c'est à dire des agrégats de particules résiduelles sur lesquelles sont accrochées les
15 molécules tensioactives par leurs parties hydrophobes et mis en suspension par les parties hydrophiles recherchant le contact de l'eau.

Les tensioactifs permettent donc de disperser les particules résiduelles dans la solution de rinçage et de diminuer ainsi leur déposition sur la surface, et permettre leur évacuation.

20 La CMC est d'autre part et notamment fonction de la taille des particules résiduelles à évacuer. Or, les particules résiduelles habituellement trouvées en solution après polissage de telles surfaces semiconductrices étant généralement plus petites que celles trouvées dans des solutions après polissage de surfaces métalliques (décrit plus haut), la CMC en est d'autant
25 plus réduite.

Deuxièmement, l'action chimique d'une solution tensioactive est liée à la valeur de son pH.

Pour des matériaux de surface tels le silicium, le quartz, le verre ou la silice, l'attaque chimique de la surface par la solution de polissage se fait sous

un pH basique qui fragilise les liaisons des particules de la surface de la tranche.

En ajoutant à la solution de polissage un agent tensioactif acide, on favorise donc l'arrêt rapide de l'action chimique de la solution de polissage.

5 Pour une surface contenant du silicium, l'action chimique est en général prépondérante sur l'action mécanique car les tailles des particules abrasives issues du polissage de la surface en silicium sont petites.

Un tel rinçage avec tensioactif acide permet donc d'arrêter significativement l'action du polissage, et de contrôler son effet sur la tranche.

10 De la sorte, l'épaisseur post-polissage est ainsi garantie et reproductible.

On obtient ainsi un contrôle de l'arrêt du polissage.

On notera que les tailles des particules abrasives contenues dans une solution de polissage sans tensioactifs conforme à l'invention étant suffisamment réduites pour ne pas créer, en l'absence de tensioactifs au stade
15 du polissage, de dommages superficiels manifestes, comme ceux engendrés par les particules abrasives contenues, par exemple, dans des solutions de polissage sans tensioactifs de surfaces en tungstène.

Il est recommandé d'injecter la solution de rinçage avant le séchage de la solution de polissage à la surface de la tranche, car les résidus particuliers
20 ainsi séchés seraient alors difficiles à retirer.

Les tensioactifs peuvent également jouer un rôle électrostatique, en amenant, par leur action chimique, les particules résiduelles et la surface de la tranche à perturber leurs liaisons électriques.

Ceci est le cas en particulier pour des surfaces de silicium abrasées par
25 des molécules de silice, avec une solution de polissage basique. La basicité de la solution de polissage utilisée provoque alors l'attraction électrique des particules par la surface de la tranche. L'acidité apportée par le tensioactif (acide) injecté lors du rinçage provoquera en effet au contraire une diminution de l'attraction, voire une répulsion des particules abrasives et de la surface de
30 la tranche.

La neutralité électrique d'un tensioactif évite une influence néfaste de celui-ci sur les propriétés électriques de la surface semiconductrice, avec un risque additionnel d'intrusion de contaminants dans le matériau de surface.

5 Mais on peut toutefois et aussi agir plus fortement au niveau électrique en choisissant des tensioactifs ioniques ayant une polarité opposée à celle du matériau présent en surface de la tranche : ainsi, les molécules ionisées s'intègrent à la surface de la tranche et permettent d'inverser la polarité du potentiel électrique de cette surface afin de repousser les particules résiduelles de même charge, et qui auraient eu tendance à se lier à la surface.

10 La solution aqueuse utilisée contenant le ou les agent(s) tensioactif(s) est préférentiellement de l'eau dé-ionisée.

Ce rinçage est avantageusement accompagné de l'action d'un ou de plusieurs plateau(x) de rinçage sur la tranche, identique(s) au plateau de polissage, avantageusement recouvert(s) de tissu souple et en contact avec la
15 tranche à rincer.

Les plateaux de rinçage sont mis en mouvement par rapport à la tranche, préférentiellement en rotation autour d'un axe perpendiculaire au plan de la tranche.

Le contact plateau – tranche combiné au mouvement du plateau
20 contribue à déplacer le liquide présent en surface de tranche et à l'évacuer plus rapidement.

Enfin une étape de nettoyage à l'eau de la surface de la tranche permet de lui rendre un pH neutre et d'évacuer les derniers résidus et produits chimiques.

25 L'eau de nettoyage est avantageusement dé-ionisée.

L'action de nettoyage s'accompagne avantageusement de l'action d'un plateau de nettoyage identique au plateau de rinçage.

En référence à la figure 1, est représenté un dispositif mettant en œuvre une planarisation mécano-chimique et permettant ainsi de corriger la rugosité
30 d'une ou des deux faces d'une tranche.

Une tête de polissage 200 pouvant tourner autour d'un arbre d'entraînement 600 comporte une cavité interne apte à recevoir une tranche.

On précise que la tranche n'apparaît pas sur les figures, car elle est destinée à être enfermée dans la cavité interne de la tête de polissage. A cet effet, la forme et les dimensions de la cavité interne de la tête de polissage
5 correspondent sensiblement à la forme et aux dimensions de la tranche à polir.

Un plateau de polissage 100, également apte à être mis en rotation, referme la cavité de la tête de polissage 200 qui est plaquée contre la surface du plateau, en enfermant ainsi la tranche entre le fond de la cavité de la tête de
10 polissage 200 et la surface du plateau.

On précise que l'axe 1000 autour duquel le plateau 100 est mis en rotation est fixe.

L'axe 600 autour duquel la tête de polissage 200 est quant à elle mise en rotation est parallèle à l'axe 1000 de rotation du plateau, mais peut être déplacé
15 dans le plan perpendiculaire à ces deux axes de rotation (qui est également le plan dans lequel s'étendent le plateau de polissage 100 et la tranche à polir).

Une force 1 appliquée le long de l'arbre 600 sur la tête de polissage met en contact la tranche avec la paroi transversale de la cavité de la tête 200 et avec la face supérieure du plateau 100.

20 Cette force 1 est typiquement égale à $0,14 \text{ kg / cm}^2$ (2 psi).

Les mouvements de rotation respectifs 2 et 4 de la tête 200 et du plateau 100 par rapport à la tranche provoquent des frottements sur au moins une face de celle-ci, et provoquent ainsi un polissage de cette ou ces face(s).

Les vitesses de rotation associées aux mouvements 2 et 4 sont
25 typiquement compris entre 30 tours/mn et 60 tours/mn.

Dans un mode préférentiel, la tête de polissage 200, accompagnée de la tranche, se déplace sur la surface supérieure du plateau de polissage 100 selon un parcours déterminé afin d'homogénéiser au mieux le polissage. Ce mouvement peut être par exemple un mouvement de translation 3 en va-et-
30 vient le long d'un axe déterminé ou un mouvement hélicoïdal.

Le plateau de polissage est avantageusement revêtu d'un matériau texturé ou tissu.

Les solutions de polissage, de rinçage et/ou de nettoyage sont avantageusement injectées à travers le plateau 100, humidifiant le tissu qui
5 répartit ainsi au mieux la solution sur toute la surface de la tranche.

Dans un premier mode de réalisation des plateaux, lesdites fonctions de plateaux de polissage, de rinçage et de nettoyage ne sont remplies que par un seul plateau.

Mais pour améliorer la productivité de l'ensemble du procédé, on
10 préférera des dispositifs à plusieurs plateaux :

Dans un deuxième mode de réalisation des plateaux, la fonction de polissage est remplie par un plateau de polissage et les fonctions de rinçage et de nettoyage sont remplies par un seul plateau dit de rinçage/nettoyage. Ce mode de réalisation qui découple le polissage du rinçage/nettoyage améliore la
15 qualité du rinçage en utilisant pour le rinçage un plateau « vierge » de tous résidus particuliers pouvant rester accrochés à un plateau.

Dans un troisième mode de réalisation des plateaux, le plateau de polissage, le plateau de rinçage et le plateau de nettoyage sont des plateaux distincts. Ce mode de réalisation découple, par rapport au deuxième mode de
20 réalisation, le rinçage du nettoyage et améliore ainsi la propreté finale de la surface de la tranche en utilisant pour le nettoyage un plateau vierge de tous résidus particuliers pouvant rester accrochés à un plateau de rinçage.

En référence à la figure 2, un dispositif de CMP conforme à ce troisième mode de réalisation est représenté.

25 Ce dispositif peut mettre en œuvre un procédé CMP conforme à l'invention avec une correction de rugosités de surface d'une tranche, suivi d'un rinçage et d'un nettoyage. Il comporte un plateau de polissage 100a, un plateau de rinçage 100b, un plateau de nettoyage 100c et trois injecteurs de solutions 300a, 300b, 300c associés respectivement à ces trois plateaux.

Trois têtes de polissage 200a, 200b, 200c, solidaires entre elles, sont éloignées d'une égale distance d'un arbre de rotation 700, et sont mobiles par rapport à lui, selon le principe du carrousel.

Les plateaux 100a, 100b, 100c sont préférentiellement et respectivement
5 en contact avec trois dispositifs de brossage 400a, 400b, 400c, afin de pouvoir retirer régulièrement des plateaux des résidus superficiels.

Dans un mode d'utilisation de ce dispositif, le plateau 100a et la tête 200a s'occupent à mettre en œuvre un polissage de façon identique à celui exposé dans la figure 1. En addition à ce polissage mécanique, une solution de
10 polissage apportée par l'injecteur 100a met en œuvre une gravure chimique au moyen d'agent d'attaque et une gravure mécanique au moyen de particules abrasives.

Puis la tête de polissage 100a amène la tranche au niveau du second plateau 100b, et enfin au niveau du troisième plateau de polissage 100c, grâce
15 à un mouvement de rotation de la tête 100a autour de l'arbre 700, afin de mettre en œuvre des procédés respectifs de rinçage et de nettoyage de surface de la tranche, à l'aide de solutions respectives de rinçage et nettoyage injectées par les injecteurs 300b et 300c.

Des procédés similaires de polissage mécanique ou de CMP peuvent
20 être mis en œuvre pour effectuer la correction de rugosité des faces de la tranche.

Un exemple d'application de mise en œuvre d'un procédé conforme à l'invention est la planarisation de structures de silicium sur isolant (ou SOI).

La surface de la tranche étant en silicium, la solution de polissage
25 adaptée est une solution basique ayant un pH compris entre 7 et 10, et de préférence entre 8 et 10.

L'agent chimique est préférentiellement une base azotée telle que l'ammoniaque.

Les particules abrasives sont préférentiellement des molécules de silice,
30 avec des tailles de l'ordre du dixième de micron.

Le tensioactif utilisé a un pH préférentiellement entre trois et cinq, voire autour de quatre avec une CMC avoisinant 0,1 % ou moins.

Un exemple de tensioactif agissant conformément au procédé selon l'invention est le NCW-1001 de la société Wako Chemical GmbH; tensioactif
5 non ionique de composition d'éther d'alkyl de polyoxyalkylène, ayant un pH sensiblement égal à 3,7 et une CMC autour de 0,01 % à température ambiante.

En ce qui concerne le rinçage d'une surface de silicium précédemment polie, il est préféré une injection progressive de la solution de rinçage : une injection trop rapide entraînerait une diminution trop rapide de la valeur du pH
10 de la solution présente en surface de la tranche et aurait pour conséquence d'augmenter la taille des particules de silice par agglomération et donc de s'exposer à des dommages d'abrasion causés par ces agglomérats de particules plus volumineux.

Pour cela, le temps de l'étape de rinçage est de l'ordre de 50 % du temps
15 de polissage.

Il est également préféré le dispositif de polissage représenté figure 2 qui permet, grâce aux trois plateaux successifs et à la gestion des vitesses d'injection des solutions de rinçage et de nettoyage, d'aider à une évolution progressive du pH basique (polissage) vers un pH neutre puis vers un pH acide
20 (rinçage) et enfin vers un pH neutre (nettoyage).

REVENDICATIONS

1. Procédé de planarisation mécano-chimique d'une tranche comportant
5 en surface un matériau non-métallique contenant au moins en partie du silicium, comprenant :

- une étape de polissage de la surface de la tranche mettant en œuvre un plateau de polissage associé à une solution de polissage, ladite solution de polissage comprenant un agent apte à attaquer chimiquement ladite surface
10 ainsi que des particules abrasives aptes à attaquer mécaniquement cette surface,
- une étape de rinçage des résidus issus de l'étape de polissage, mettant en œuvre un plateau de polissage associé à une solution de rinçage,
- une étape de nettoyage,

15 caractérisé en ce que la solution de rinçage est une solution aqueuse de tensioactif.

2. Procédé de planarisation mécano-chimique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la solution de polissage a un pH basique et
20 la solution de rinçage a un pH acide, de sorte que l'apport de la solution de rinçage favorise l'arrêt de l'action chimique du polissage.

3. Procédé de planarisation mécano-chimique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la vitesse d'injection des solutions de rinçage
25 et de nettoyage en surface de la tranche est telle que le pH de la solution présente sur la surface de la tranche évolue progressivement d'un pH basique vers un pH acide puis un pH neutre, l'étape de nettoyage rendant à la surface de la tranche un pH neutre.

4. Procédé de planarisation mécano-chimique selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que le matériau non-métallique contenant du silicium de surface de la tranche est compris dans la liste suivante : silicium cristallin, silice, verre, quartz.

5. Procédé de planarisation mécano-chimique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'agent chimique a un pH compris entre sept et dix, et plus particulièrement entre huit et dix.

10

6. Procédé de planarisation mécano-chimique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'agent chimique est une base azotée, telle que l'ammoniaque.

15 7. Procédé de planarisation mécano-chimique selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce que le tensioactif a un pH entre trois et cinq, et plus particulièrement égal ou avoisinant quatre.

20 8. Procédé de planarisation mécano-chimique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la solution de tensioactif est une solution aqueuse contenant de l'éther d'alkyl de polyoxyalkylène.

25 9. Procédé de planarisation mécano-chimique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rinçage débute après l'arrêt de l'injection sur la surface de la tranche de la solution de polissage et avant un séchage de la solution comprenant les résidus particuliers.

30 10. Procédé de planarisation mécano-chimique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la solution de rinçage avant addition de tensioactif, et la solution de nettoyage sont de l'eau dé-ionisée.

11. Procédé de planarisation mécano-chimique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la concentration micellaire critique du tensioactif avoisine 0,1 % ou en est inférieure.

5

12. Procédé de planarisation mécano-chimique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le plateau du rinçage est un plateau distinct du plateau du polissage.

10

13. Procédé de planarisation mécano-chimique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le plateau du polissage et le plateau du rinçage sont respectivement recouverts d'un matériau texturé, le matériau texturé du plateau du polissage étant sensiblement identique au matériau texturé du plateau du rinçage.

15

14. Procédé de planarisation mécano-chimique selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape de nettoyage met en œuvre un plateau de polissage associé à une solution de nettoyage.

20

15. Procédé de planarisation mécano-chimique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le plateau du nettoyage est un plateau distinct du plateau du polissage et du plateau du rinçage.

25

16. Procédé de planarisation mécano-chimique selon la revendication précédente et la revendication 13, caractérisé en ce que le plateau du nettoyage est recouvert d'un matériau texturé sensiblement identique à celui du matériau texturé recouvrant le plateau du rinçage.

17. Application d'un procédé selon l'une des revendications précédentes à une planarisation mécano-chimique d'une surface d'une structure semiconducteur sur isolant, le semiconducteur étant un matériau contenant au moins en partie du silicium.

5

18. Application de planarisation mécano-chimique selon la revendication précédente pour laquelle l'isolant est de la silice, du verre ou du quartz.

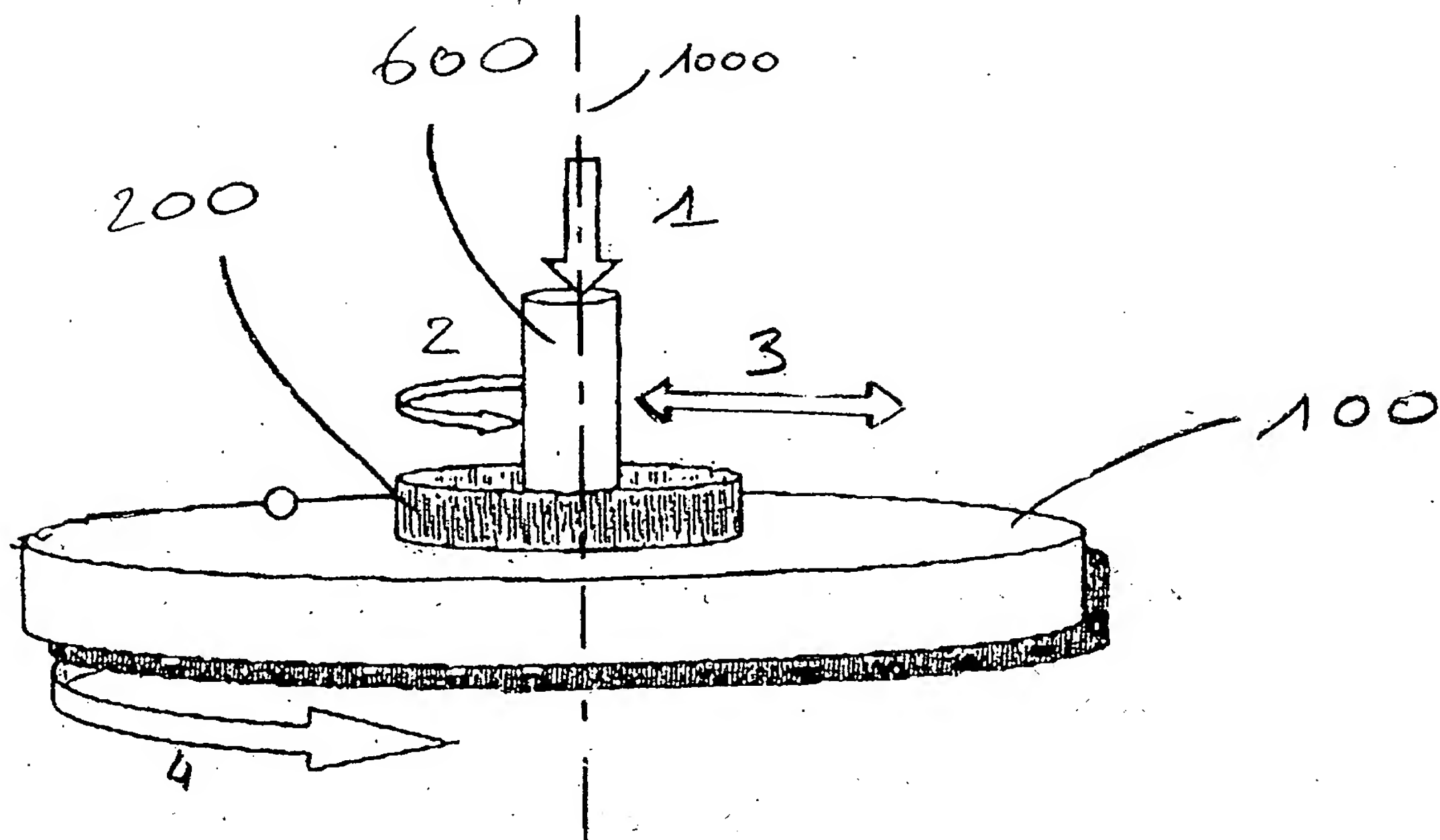


Figure 1

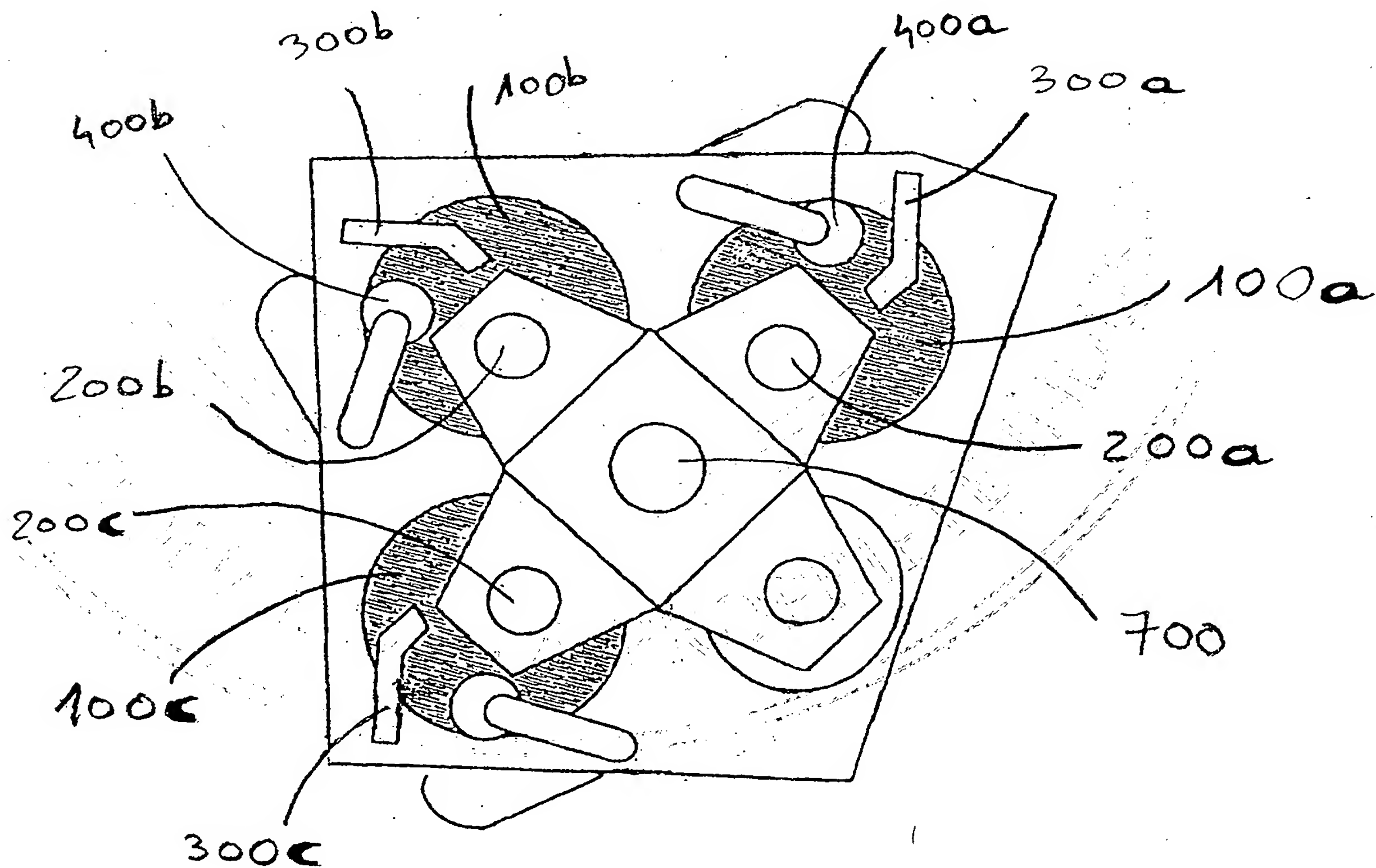


Figure 2

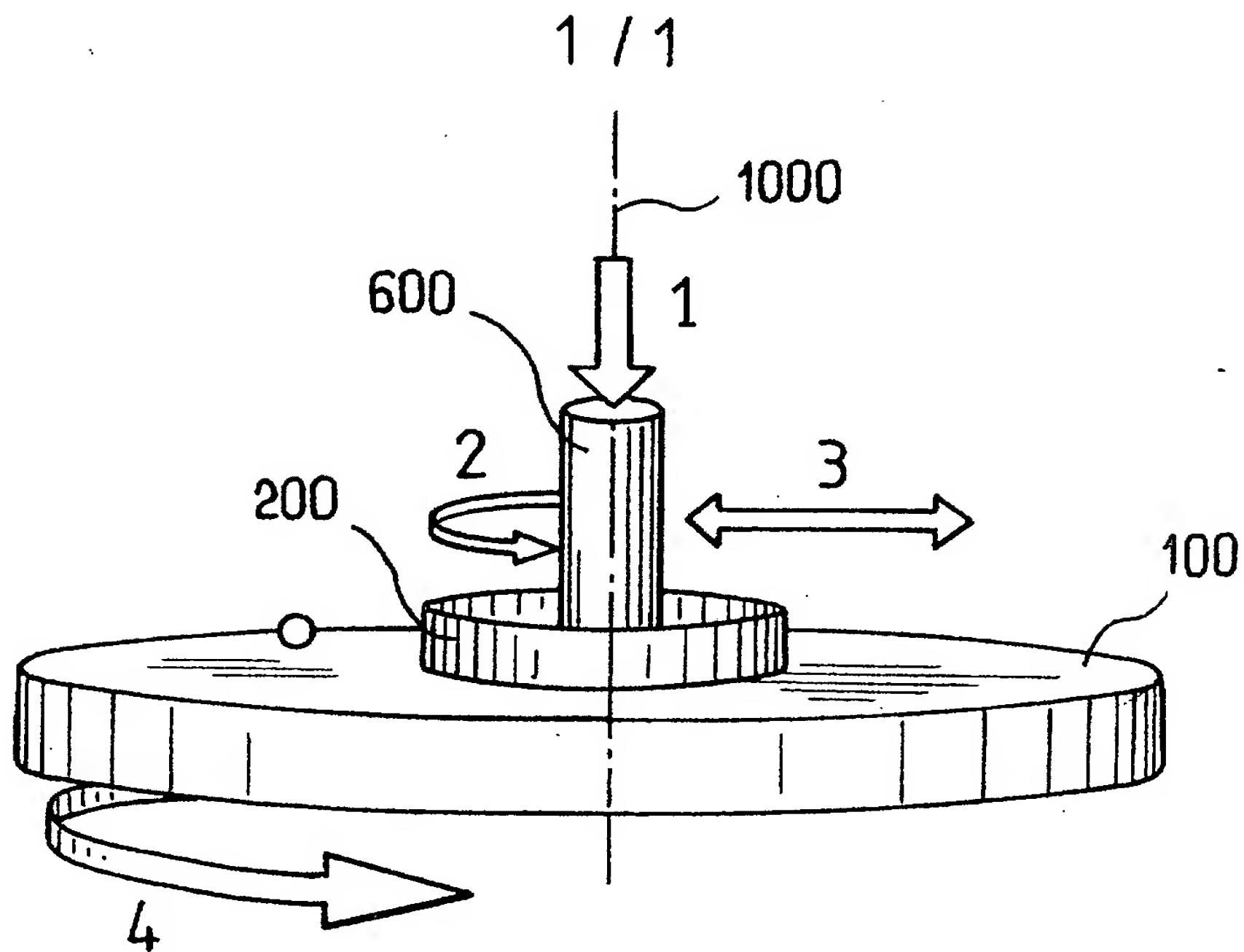


FIG. 1

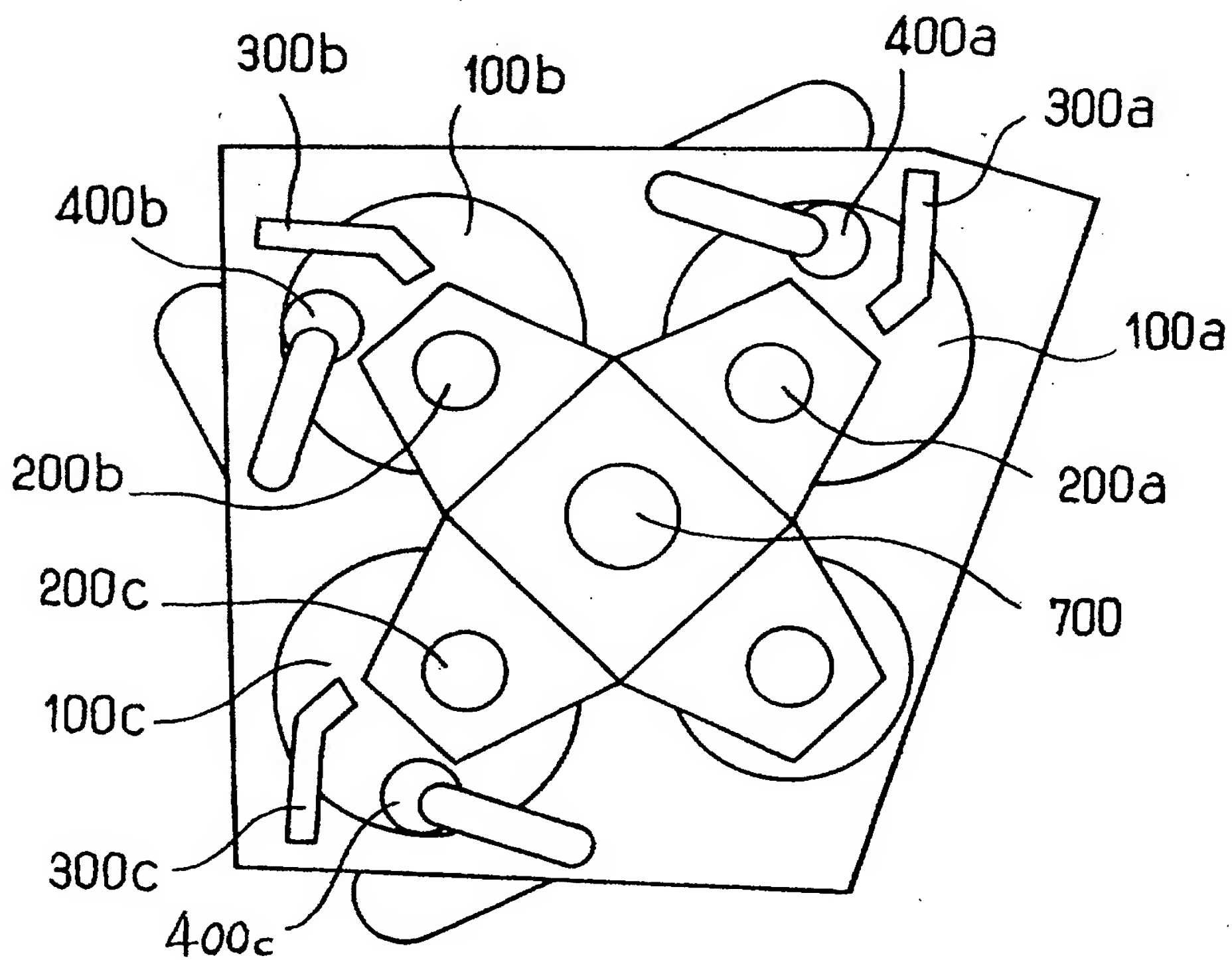


FIG. 2

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235*02

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1 / 1

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		239506 IC	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0200336	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
RINCAGE AU MOYEN D'UNE SOLUTION DE TENSIOACTIF APRES PLANARISATION MECANO-CHIMIQUE D'UNE TRANCHE.			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES : Parc Technologique des Fontaines - Chemin des Franques, 38190 BERNIN - FRANCE			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		FILIPOZZI Laurent	
Prénoms			
Adresse	Rue	129 D, Allée de Beauregard	
	Code postal et ville	38340 VOREPPE FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		METRAL Frédéric	
Prénoms			
Adresse	Rue	Le Replat	
	Code postal et ville	38210 SAINT-QUENTIN SUR ISERE FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		23/07/2002 92-1142	

